

gaben für eine Mahlzeit auf 16.6 Cents (69 Pfennige). Zum Vergleich der Kosten bei elektrischer Einrichtung mit derjenigen bei Kohlenheizung wurden dieselben Speisen in einem gewöhnlichen Ofen, wie er im Hause gebräuchlich ist, zubereitet. Die Kohle wurde genau gewogen, und es ergab sich im Durchschnitt ein Kohlenverbrauch von 12.6 englische Pfund (1 Pfund = 453 Gramm) pro Mahlzeit, wonach bei einem Preise von 5 Dollars pro Tonne Kohlen die Kosten auf 3.15 Cents (13 Pfennige) sich stellen, mithin betragen die Kosten bei Kohlenheizung 19 Procent derjenigen bei Verwendung elektrischer Energie. Aus den gesammelten Resultaten ist zu entnehmen, daß die jährlichen Ausgaben für elektrische Heizung in einem größeren Haushalt höher sind, als man in der Regel dafür in Anschlag bringt.

Zur Klärung der Flugfrage.

Von

Karl Buttenstedt (Rüdersdorf-Berlin).

Auf dem Gebiete der Luftschiffahrt regt es sich mehr und mehr, und das Luftschiff beginnt immer mehr aus dem Stadium des Luftschlosses herauszutreten, obgleich die einschlägigen Erfinder über den Mangel an finanzieller Unterstützung klagen. Dieser Mangel an finanzieller Förderung dieser wichtigen mechanischen Frage hat darin seinen Grund, daß man allgemein noch glaubt, die Capitalien für dieses Problem seien so gut wie weggeworfen, und andernteils sagen die praktisch-rechnenden Großkaufleute: »Was soll ich darin für einen Vortheil erblicken, meine Waaren pro Luftschiff zu beziehen, wenn ich sie billiger zu Wasser und zu Lande beziehen kann?« — Während der Gelehrte sagt, die Lösung des Problems der Luftschiffahrt habe einen hohen wissenschaftlichen Werth behufs Auffindung der Erdpole und anderer bisher unerforschter Länder — sagt der Kaufmann: »Was hab' ich davon? — ich will billiger die Waaren beziehen, andernfalls hat die Lösung dieser Frage für mich keinen Gewinn im Gefolge.«

Es ist nun die Frage, ist es wohl möglich, die Lasten billiger durch die Luft transportiren zu können, als auf dem Lande und auf dem Wasser? Diese Frage ist entschieden mit »Ja!« zu beantworten, aber nicht mit Hilfe von Gasballons, die man durch starke Maschinen erst schwerfällig bewegen lernen muß, sondern nur mit Flugapparaten, nach Art der schwebenden Vögel, ist es möglich, Lasten zu zwingen, zu ihrem eigenen Transporte den größten Theil der Schraubenarbeit selbst zu leisten — eine Methode, die ich seit Jahren, und zum ersten Male in Band VI, S. 204, eingehend vertreten habe

und die neuerdings eine willkommene Bestätigung der Richtigkeit gefunden hat.

Herr Halla, k. u. k. Hauptmann d. R., in Graz, theilt mir unterm 25. October 1897 mit, nachdem er einen Artikel »Ueber die Flugkräfte« von mir gelesen hatte, in welchem ich sagte, daß die Schwerkraft die Hauptflugkraft sei, daß ihm zum ersten Male eine Flugtheorie vor Augen komme, die sich mit der seinigen decke. »Denn,« sagt er, »ich schoß einen schwebenden Adler so durch das Brustbein, daß die Kugel zum Rückgrat wieder heraus-schlug; das Thier stürzte sofort nach unten, überschlug sich, und plötzlich, noch etwa 20 Meter vom Erdboden entfernt, breitete es die Flügel aus und horizontal liegend, schwebte es ohne die geringste Flügelbewegung etwa 500 Schritte weit bis auf eine Wiese, wo ich den Vogel sofort, mit ausgebreiteten Schwingen, so wie er geschwebt hatte, todt mit schon trübten und etwas eingefallenen Augen, vorfand. — Das Thier war also todt, noch bevor es die Erde erreicht hatte.«

Dies ist auch wohl als sicher anzunehmen, denn angeschossene Vögel arbeiten aus Leibeskräften mit den Flügeln, um ihrem Verfolger zu entinnen; da alle Thiere, denen das Rückenmark verletzt ist, sofort in Starrtrampf verfallen und die Glieder strecken sollen, so ist auch wahrscheinlich, daß dieser derart verwundete Vogel die Flügel in Todesstarre ausstreckte und den zwanzigmal weiteren Weg seiner Fallhöhe als todtte Masse schwebend zurücklegte. — Nach einem Bericht des Ingenieurs Gelinek (Komotau) streichen auch Rebhühner nach guten Schüssen als todtte Masse langsam ohne Flügelarbeit zur Erde.

Was will nun der todtte schwebende Adler für die Flugtechnik Klärendes sagen?

Jeder Körper, der nur seiner Schwerkraftwirkung folgt, fällt senkrecht zur Erde. Je mehr er aber von der Falllinie abweicht, umso größer muß die Seitkraft sein, die ihn von dieser Linie abtreibt. Wird ein Körper so weit seitwärts getrieben, daß er horizontal fliegt, so ist seine ganze Schwerkraft neutralisirt oder durch Seitkraft aufgehoben.

Ich sah ein Blatt vom Baume seitwärts segeln, das dreimal weiter schwebte als es hochgelesen hatte, und doch wehte kein Wind — das Blatt wurde also nur durch Naturkräfte getrieben. — Lilienthal schwebte von den Rhinower Bergen von 30 Meter Höhe, ohne Motor, 250 Meter weit, das ist die achtfache Weite der Höhe.

In Fig. 1 ist a b die senkrechte Falllinie, a c dagegen die horizontale Fluglinie, die also 90 Grad — rechtwinklig — von der Senkrechten abweicht. Die Schwebelinie des Blattes ist die Linie d, welche 70 Grad von der Senkrechten abweicht; die Linie e ist Lilienthal's Schwebebahn, die etwa 81 Grad

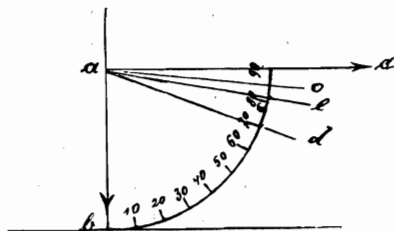


Fig. 1.

Seitenkraftwirkung repräsentirt, und die Linie o zeigt mit 85 Grad Abweichung die Schwebebahn des todtten Vogels Halla's an. Würde auf diese todtte Vogellast nur noch eine Seitenkraft von 5 Grad eingewirkt haben, so würden 90 Grad, d. h. ein horizontaler Flug erreicht worden sein, oder mit anderen Worten: die volle Schwerkraft der schwebenden Masse wäre unwirksam gemacht.

Der todtte schwebende Vogel beweist also, daß man durch geeignete Flügel im Stande ist, durch bloße Schwerkraft der Fluglast eine Schwebearbeit zu leisten, welche $\frac{85}{90}$ der zum Horizontalfluge

nothwendigen Arbeitskraft ausmacht, und somit nur noch eine kleine Hilfskraft nöthig ist, welche $\frac{5}{90}$ der Schwerkraft des schwebenden Gewichtes gleichwerthig ist. Die Lösung des Flugproblems erfordert derhalb nicht, wie meine Gegner stets berechnet haben, sehr große Kräfte, sondern gerade eine sehr geringe Kraft, denn die Schwere transportirt sich zum größten Theile selbst.

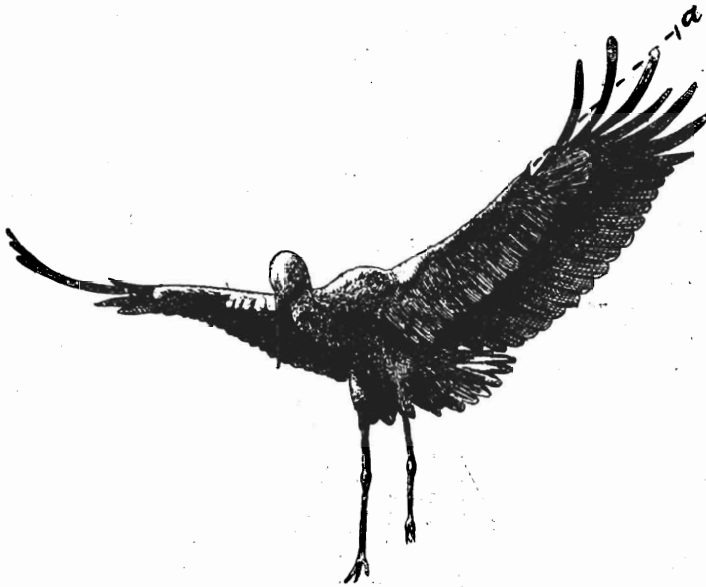
Da aber zum Transport einer Last eine Arbeit gehört, welche sich aus Kraft mal Weg ergibt, auch dem Vogel nichts geschenkt wird, die Arbeit für seinen Transport durch die Luft auch auf alle Fälle geleistet werden muß, so wird man die Frage aufwerfen: wo kam denn nun die Arbeitskraft zu dem 500 Schritte weiten Transport des todtten Vogels her? Diese Arbeitskraft leistete der verticale Luftdruck, auf den der sinkende Vogel Flügel wirkte. Dieser Fallschirmdruck wird nämlich dadurch zum Segelndruck, daß die Flügelspitzen der Vögel einen kleinen geneigten Winkel bilden. Jede Fläche, welche fallschirmähnlich, horizontal liegend, in der Luft sinkt, fällt senkrecht; ist sie aber nur um Geringes geneigt, so fällt sie nach der Seite ihrer Neigung zu — und so haben auch die Flügelspitzen die Wirkung nach vorn zu fallen und ziehen deshalb den Vogelkörper mit sich fort, indem der ganze Körper langsam sinkt.

Wie groß ist nun dieser treibend wirkende Segelndruck? Dieser Druck kann unter Umständen so stark gemacht werden, daß er der Schwerkraft der Fluglast äquivalent ist. Denn, da die Flügel die Vogellast tragen und die Flügel wieder auf der Luftmasse ruhen, so ist der Druck der Flügelfläche auf

die Luftmasse nicht geringer als die Schwerkraft des Thieres, und dies macht z. B. beim Storch 4 Kilogramm aus; was davon auf die Flügelspitzen entfällt, ist treibender Segelndruck; neigt das Thier die ganze Flügelfläche um Geringes, so hat es 4 Kilogramm treibenden Druck.

Das Schweben des todtten Vogels ging nun dadurch vor sich, daß das Thier horizontal lag, nur vom Druck seiner Flügelspitzen fortgezogen wurde, und während dieses Fortziehens langsam in die unter seinen Flügeln befindlichen Luftschichten einsank, bis es die Erde berührte.

Fig. 2.



zonale Luftdruck, den wir Wind nennen, treibt Schiffslasten übers Meer, aber nur wenn er vorhanden ist — denn oft schlummert der Wind, bald ist er stark, bald schwach, bald kommt er von hier, bald von da, bald weht er gleichmäßig, bald stoßweise, kurz und gut, der Wind ist ein unberechenbarer Factor, der uns oft dann, wenn wir ihn

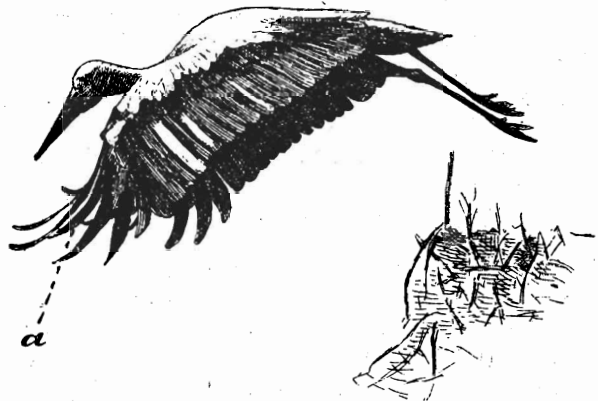


Fig. 3.

brauchen, schmächtig im Stiche läßt. Wie anders ist es nun aber mit dem verticalen Luftdruck unter dem Vogel Flügel? Sobald der Vogel sich in die Luft stürzt und in seinen Flügeln hängt, hat er den verticalen Segelndruck unter seinen Flügeln, der ihn rastlos fortreibt. Dieses Fortreiben kann der Wind wohl im Verhältniß zur Erdoberfläche schneller oder langsamer gestalten, aber wirkungslos kann

kein Sturm den verticalen Segeldruck unter den Flügeln machen, denn dieser Segeldruck bleibt sich stets constant, mag Wind sein oder nicht, mag sich das Thier hinwenden wohin es will, es wird stets und überall von dieser constanten Segelkraft unter seinen Flügeln selbstthätig annähernd horizontal fortgetrieben, so daß nur noch wenig Hilfskraft zum völligen horizontalen Fluge nöthig ist.

Hier haben wir nun diejenige gewaltige, constante, zu jeder Zeit wirksame Naturkraft vor uns, die uns die Lasten in Zukunft von Land zu Land, über Land und Meer trägt und uns dabei nie im Stiche lassen wird; dort eröffnet sich uns aber für den Völkerverkehr der Zukunft eine ermuthigende Perspective, denn was die Naturkräfte für uns leisten, das brauchen wir nicht durch künstliche Maschinenkräfte aufzubringen.

Nun muß aber der Vogel die Tragkraft, die zur Tragung seiner Körperlast — zwischen den Flügeln — nöthig ist, durch eigene Muskelkraft aufbringen, und diese Kraft ist die bedeutende Kraft, die wir bei Lösung des Flugproblems ganz ersparen können, denn wie diese Kraft bei dem todtten Vogel von der Todesstarre geleistet wurde, welche die Flügel steif erhielt, so können wir unsere Flügel durch Stangen und Streben steif ausgestreckt erhalten, so daß wir zur Tragung der Fluglast keine Maschinen-, sondern Materialkraft gebrauchen.

Wenn somit das Stangenmaterial die Fluglast trägt und das Flugflächenmaterial zum größten Theile schon die Fluglast treibt, ist denn die Lösung des Flugproblems da eine Kunst? Welche gewaltigen Umstände haben wir uns schon gemacht, um die Flugfrage zu lösen? Maxim hatte eine Maschine von 350 Pferdekraften, um 4000 Kilogramm in Flug zu bringen; Wellner rechnete für 16 Personen noch 100 Pferdekraften heraus; v. Barschall, Ingenieur Stenzel und Langley wollen auch nicht weniger Kraft nöthig haben. Langley's Modell flog in $1\frac{3}{4}$ Minute 1600 Meter weit, wog nur 13 Kilogramm, aber es war eine volle Pferdekraft zu dieser Schwebearbeit nöthig; welche eine Kraftvergeudung!

Beim rationellen Transport der Lasten kommt es aber nicht darauf an, möglichst viele, sondern möglichst wenig Kräfte zu gebrauchen, und deshalb kann nur diejenige Flugtheorie von Werth sein, nach welcher wir mit den geringsten Kräften an Maschinen das Meiste leisten.

Die rationellsten Dienste leistet aber im Vogelflügel die Elasticität, weil die elastische Spannung sich bei ihrer Entspannungsbewegung so schnell als es die Widerstände gestatten, ihrer Arbeit entledigt. Aus diesem Grunde subsummirte die weise Natur im Vogelflügel alle wirkenden Flugkräfte in deren elastischer Spannkraft; d. h. wenn der Flügel nur die reine Schwere des Vogels trägt, dann hat der Flügel nur die Schwerkraftspannung wie in Fig. 2, wo die ersten Schwungfedern des linken Flügels mit ihren Spitzen bis vor die Linie a gespannt sind, die in Verlängerung des Unterarmknochens gezogen ist, während in Fig. 4 und 5, wo die Flügel nicht in Spannung versetzt sind, weil sie die Vogellast nicht tragen, diese Federspitzen hinter der Linie a liegen.

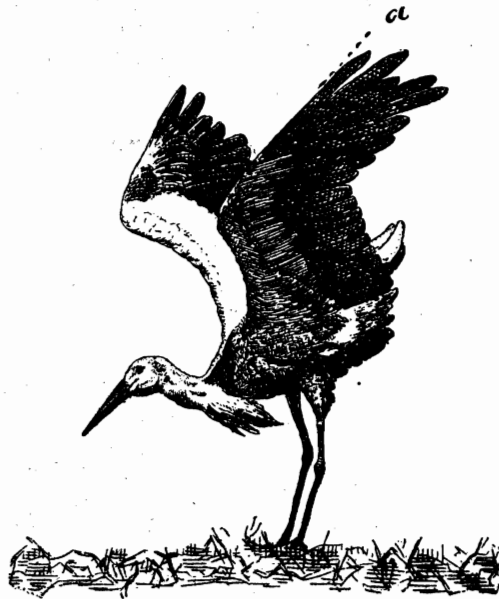


Fig. 4.

Im Flügel Fig. 2 ist nur die reine Schwerkraftspannung accumulirt, weil das Thier die Flügel nicht bewegt, und mit dieser Spannkraft schwebte auch der todtte Adler Halla's. Diese Schwebebewegung ist daher in letzter Linie kein Segeln mehr, sondern eine unausgesetzte Entspannungsbewegung der horizontal nach vorne gespannten Schwungfederkraft; in dieser Vorwärtsspannung liegt eine Horizontalcomponente, weil der verticale Luftdruck diese Federn stets nach vorne schiebt und vom Flügel abspannt, da ihre Bauart dies bedingt.

In Fig. 3 dieser nachgezeichneten Momentbilder von Anschütz, führt der Storch einen Flügelschlag

aus; er wendet also noch active Muskelkraft zum Fluge auf, und diese Mehrkraft muß nun irgendwo sich äußern, und so sieht man denn auch die Schwungfederspitzen hier noch weiter vor die Linie a gespannt als in Fig. 2, denn die Spannkraft im Flügel ist ja nun: Schwerkraft plus active Muskelkraftspannung. Man sieht also hieran deutlich, daß der Flügelschlag nicht der Hauptimpuls des Fluges, sondern nur die vornehmste Hilfskraft und nur eine Verstärkung der schon ohne Flügelschlag vorhandenen Flugkraft ist, und daher fliegt der flügelschlagende Vogel schneller als wenn er die Flügel ruhig hält.

Als der Herausgeber der naturwissenschaftlichen Correspondenz »Urania«, Dr. Gerstmann, von dem Schusse Halla's hörte, schrieb er an mich, daß dieser Fall ihn interessire; wenn er aber glaubhaft erscheinen solle, wäre die Vorlage des Originalbriefes des Schützen nöthig, zweitens aber, und das sei die Hauptsache, müßte ich die Horizontalcomponente nachweisen, die den todtten Vogel, meiner Theorie

nach, so weit forttransportirt habe. Hierauf legte ich den Brief des Schützen, sowie eine gedruckte Abhandlung mit den Momentbildern fliegender Störche vor, in der besonders diese horizontale Spannungskomponente behandelt war, und nun erkannte Dr. Gerstmann die Richtigkeit der Theorie an und schrieb in seiner »Urania«, daß die in den Flügeln accumulirte Spannungsenergie wie jede andere Energie in Arbeitskraft umgesetzt werden könnte, ohne daß der Vogel dazu noch eine besondere Kraft aufzuwenden habe.

Dieser Schuß Halla's hat für mich noch deshalb etwas Interessantes, weil ich nie daran geglaubt habe, daß man einen Vogel derart schießen könnte, daß er mit ausgebreiteten Flügeln in der Luft schweben bliebe, und nur um dem Verständniß für meine Theorie nachzuhelfen, schrieb ich 1892 auf S. 67 meines Werkes: »Das Flugprincip« (Selbstverlag):

»Diese Flugkraft (die Spannkraft in den Flügeln) gleicht einem Accumulator, der getreu die empfangene Kraft abgibt und doch kraftgeschwängert bleibt; die Flügel gleichen magnetischen Organen, die mit constantem Zuge nach einem Pole fliehen, den sie nie erreichen, und der stets vor ihnen liegt, wohin sie sich auch wenden mögen, mit einem Worte, der Vogel hat ohne Flügelschlag eine Flugbewegung, zu der er direct nichts weiter thut als die Flügel auszubreiten. Ist das Fliegen da eine Kunst? Wir brauchen durch Steuerkraft uns nur in der Höhe zu erhalten, dann haben wir zugleich stete Zugkraft gewonnen. Es ist thatsächlich zutreffend, daß, wenn man einen kreisenden Vogel so schießen könnte, daß er todt und starr im Gleichgewicht bliebe, er ruhig kreisend fortzuschweben würde, bis er die Erde berührte, und da der Vogel beim Schweben sehr wenig Höhenverlust hat, so kann das ziemlich lange dauern. Eine geringe Hilfskraft würde diesen Flug völlig unterhalten.«

Das schrieb ich vor fünf Jahren; Theorie und Praxis decken sich hier in erfreulicher Weise, und ich möchte nun wohl wissen, war die Theorie im Hinblick auf Halla's Schuß voraussehend, oder war die Praxis im Hinblick auf meinen Ausspruch zurückschauend?

Was nun das Klärnde dieses Schusses anlangt, so spricht er zu allen denen, die nur einigermaßen etwas von der Flugfrage verstehen, eine berebete Sprache und sagt: was sucht ihr nach starken Flug-

kräften und Maschinen? ist nicht die stärkste Flugkraft in der in elastische Spannkraft umgesetzten Schwerkraft gefunden? Und während ihr zum Transport von Lasten auf der Erde und dem Wasser starke Maschinen nöthig habt, transportirt sich die Fluglast schon annähernd horizontal in selbstthätiger Schwebebewegung so lange, als ihr die Fahrt durch kleine Hilfskräfte nach Belieben unterhalten wollt. Denn zieht man die kleine Hilfskraft, mit deren Hilfe ein horizontales Schweben erreicht wurde, zurück, so hört das horizontale Schweben auf und es tritt nur das annähernd horizontale Schweben ein, dieses ist aber während der ganzen Reise vorhanden, mithin steht uns die dazu nöthige Arbeitskraft so lange zur Verfügung, als wir uns in der Luft befinden, und sei dies wochenlang! Hier haben wir eine starke Naturkraft von nie rastender Thätigkeit vor uns, eine Arbeitskraft, die uns nimmermehr im Stiche läßt und auf die wir mit mathematischer Sicherheit rechnen können.

Sich die Tragweite dieser Thatsache für den Transport von Lasten der Zukunft im Welthandel auszuwenden, überlasse ich allen Denkenden; neugierig bin ich nur, wann ich in meinem eigenen Vaterlande verstanden und unterstützt werden werde?

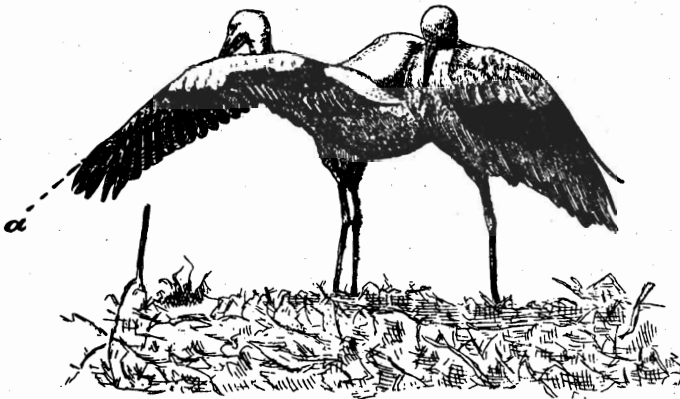


Fig. 5.

Die großen Bahnbrecher in der Astronomie.

Es ist keine zufällige Erscheinung, daß in denjenigen Ländern, welche man im Sinne der Culturgeschichte für die Wiege der Menschheit hält, auch die Himmelsforschung ihren Anfang genommen hat. Das milde Klima jener morgenländischen Länder, die herrlichen Nächte, die Gewohnheit, dieselben im Freien zuzubringen — auf Dachterrassen oder vor den Zelten der wandernden Nomaden — lenkte naturgemäß die Blicke der Menschen nach dem gestirnten Himmel. Die Schönheit desselben mußte einen tiefgehenden Reiz ausüben. Und noch ein Anderes: die Nothwendigkeit, sich über das Maß der Zeit bestimmte, ins praktische Leben einschneidende Begriffe zu bilden, wies nach den Sternen. Darauf fußt das Kindesallern der Astronomie. Kalenderische Combinationen sind seine ersten Aeußerungen. Die Chinesen hatten schon 3000 Jahre vor unserer Zeitrechnung in dem Kaiser Fohi einen Beschützer der Himmelskunde; sie ermittelten einige Jahrhunderte später die annähernd richtige Jahreslänge und berechneten die Sonnenfinsternisse. Noch vor